نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۲۲۸-۲۱۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 16, No. 1, Spring. 2018, p. 217-228

تأثیر انواع شخم و گیاهان پوششی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

زهرا شریفی[۱]- سید وحید اسلامی[۲*]- مجید جامی الاحمدی[۲]- سهراب محمودی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۲۱

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کاربرد گیاهان پوششی در یک نظام زراعی مبتنی بر گندم و همچنین مطالعه اثر روش‌های شخم در این نظام، آزمایشی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. سه نوع روش خاک‌ورزی (شامل عدم خاک‌ورزی، خاک‌ورزی کاهشی و خاک‌ورزی رایج) به‌عنوان عامل اصلی و گیاهان پوششی در ۵ سطح (شامل خلر، منداب، جو ترش، تریتیکاله و عدم کشت گیاه پوششی به‌عنوان شاهد) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که اثر روش خاک‌ورزی بر تعداد سنبله در مترمربع، وزن سنبله در مترمربع، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه معنی‌دار ($P<0.05$) بود به‌طوری‌که سیستم عدم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی نسبت به خاک‌ورزی رایج، تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بیشتری تولید کردند. هم‌چنین نوع گیاه پوششی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه، وزن سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه گندم ($P<0.01$)، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک ($P<0.05$) داشت، به‌طوری‌که در تیمار گیاه پوششی خلر و منداب، بیشترین عملکرد دانه گندم (به‌ترتیب ۶۵۱۱/۱ و ۶۴۲۲/۲ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. به‌طور کلی یافته‌های این پژوهش، موفقیت کشت گیاهان پوششی خلر و منداب و اعمال روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی را در بهبود عملکرد گندم نشان داد.

واژه‌های کلیدی: شخم کاهشی، عدم شخم، کشاورزی پایدار، کشاورزی حفاظتی

مقدمه

پس از جنگ جهانی دوم، اولویت کلیدی افزایش عملکرد بود و سیاست کشورهای اروپایی در جهت ترویج عملیات شدید مکانیزاسیون و مصرف سطح زیادی از نهاده‌ها مثل انرژی، کود نیتروژن و آفت‌کش‌ها بود (Tilman *et al*., 2002). این سیاست، به سرعت باعث افزایش عملکرد شد. اما تأثیرات نامطلوبی (مثل آلودگی آب‌های زیرزمینی، کاهش ماده آلی خاک، فرسایش خاک و از دست رفتن تنوع زیستی) بر محیط زیست داشت (Tilman *et al*., 2002). این موضوع بسیاری از دانشمندان محیط زیست را در مورد وضعیت آینده جهان نگران کرد. تأثیرات نامطلوب کودها و آفت‌کش‌ها بر محیط زیست منجر به توجه بیشتر و استفاده از روش‌هایی گردیده که در آن نیازی به مصرف مواد شیمیایی نبوده یا کم باشد و این هدف موجب شده که با توجه به کشاورزی بوم‌شناختی، بحث پایداری در کشاورزی مورد توجه قرار گرفته (FAO, 2013) و کشاورزی حفاظتی به‌عنوان راه‌حل پایدار برای افزایش حاصلخیزی خاک مطرح باشد (Hobs *et al*., 2008).

کشاورزی حفاظتی از طریق مدیریت تلفیقی منابع بیولوژیکی، آب و خاک در ترکیب با ورودی‌های خارجی به حفظ، بهبود و استفاده مؤثرتر از منابع طبیعی کمک می‌کند. کشاورزی حفاظتی به حفظ محیط و هم‌چنین افزایش و پایداری تولیدات کشاورزی کمک می‌کند (Jat *et al*., 2012). امروزه استفاده از روش کشاورزی حفاظتی به‌عنوان بخشی لاینفک از زراعت و کشت و کار مطرح شده است. استفاده از کشاورزی حفاظتی می‌تواند راه‌حل مناسبی برای کاهش تخریب زمین زراعی و افزایش تولید محصول بوده و بر اصول ۱) کاهش خاک‌ورزی ۲) پوشش خاک توسط محصول و بقایای گیاهی و ۳) تناوب محصول پایه‌گذاری شده است (Araya *et al*., 2012). کشاورزی حفاظتی راهکار مناسبی برای حفظ و اصلاح منابع کشاورزی با هدف افزایش تولید و پایداری محصول همراه با حفظ محیط زیست است (Jat *et al*., 2012). این روش بر پایه حفاظت از آب، خاک و گیاه بنا شده و یکی از راه‌های مؤثر برای برون‌رفت از

۱- دانشجوی دکترا، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: sveslami@birjand.ac.ir)

DOI: 10.22067/gsc.v16i1.62248

بحران خشکسالی و مدیریت آب و جبران مواد آلی خاک کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک است. کاهش فشردگی خاک، حفظ رطوبت و جلوگیری از فرسایش و پیشگیری از به‌هم خوردن ساختمان خاک از دیگر مزایای کشاورزی حفاظتی است (Jat *et al*., 2012). اختلاف عملکرد بین سیستم‌های کشاورزی حفاظتی و سیستم‌های شخم رایج در اقلیم مدیترانه‌ای در نتیجه بهبود رطوبت خاک و مواد غذایی قابل دسترس بین ۲۰ تا ۱۲۰ درصد گزارش شده است (Piggin *et al*., 2011). بهبود خصوصیات خاک در کشاورزی حفاظتی از طریق دو عامل است: ۱) سهم بیشتری از آب بارندگی وارد خاک می‌شود و ۲) توزیع بهتر فضاهای خاک که در نتیجه آن سهم بیشتری از آب دریافتی برای گیاه نگه داشته می‌شود (Shaxson, 2006). تکنولوژی‌های رایج تولید محصول در مقایسه با کشاورزی حفاظتی، کارایی استفاده از آب کمتری دارند (Bhushan *et al*., 2007) و حاصلخیزی خاک را کاهش می‌دهند (Jat *et al*., 2013).

شخم عمیق منجر به تغییر خصوصیات خاک (مثل ساختار خاک، تراکم حجمی، هدایت هیدرولیکی، نفوذپذیری، محتوی رطوبت خاک، محتوی کربن خاک، بیوماس میکروبی و فعالیتشان) می‌شود (Osunbitan *et al*., 2005; Allen *et al*., 2011). محققین مشاهده کردند که شخم عمیق خاک تأثیر منفی روی سلامتی و پارامترهای کیفی خاک داشت (Karlen *et al*., 2013). عدم شخم، معدنی شدن ماده آلی خاک را کاهش می‌دهد و به ترسیب کربن آلی در خاک کمک می‌کند و باعث بهبود ساختار خاک و رشد ریشه، نفوذ آب، ظرفیت نگهداری آب و ظرفیت تبادل کاتیونی می‌شود (Carvalho and Lourenco, 2014). علاوه براین، عدم شخم فشردگی خاک و هزینه‌های تولید محصول را کاهش می‌دهد (Carvalho and Lourenco, 2014). در مطالعه‌ای که Parihar *et al*. (2016) انجام دادند عملکرد ذرت در سیستم کشت بدون شخم ۱۱/۶ درصد بیشتر از سیستم کشت شخم رایج بود. حذف بقایای گیاهی به همراه عملیات شخم عمیق منجر به کاهش سطح کربن آلی خاک و کاهش مواد غذایی خاک می‌شود (Sing *et al*., 2011). ساماراجیوا و همکاران (Samarajeewa *et al*., 2006) دریافتند که سیستم‌های شخم حفاظتی تولید بیشتری را نسبت به سیستم‌های شخم رایج داشتند که در نتیجهٔ بهبود کیفیت خاک و کارایی استفاده از آب گیاه بود. عملکرد محصولات علوفه‌ای تحت شرایط شخم کاهشی در مقایسه با شخم رایج بیشتر بود (Gadermaier *et al*., 2011). ژائو و همکاران (Zhao *et al*, 2007) عدم شخم را با حفظ بقایا و شخم زدن خاک را با حذف بقایا با هم مقایسه کردند، نتایج نشان داد که عدم شخم حدود ۷ درصد عملکرد گندم (*Triticum aestivum*) و سیب زمینی (*Solanum tuberosum*) را بهبود داد. در تحقیقی دیگر مشخص شد عملکرد گندم در سیستم عدم شخم در مقایسه با سیستم شخم رایج به‌مراتب بیشتر بود (De Vita *et al*., 2007). در تحقیقی که تریپاتی و همکاران (Tripathi *et al*., 2013) در مورد تأثیر عدم شخم و شخم رایج روی عملکرد گندم انجام دادند، اختلاف معنی‌داری بین عملکرد گندم در روش عدم شخم و شخم رایج وجود نداشت. در تحقیقی که عثمان و همکاران (Usman *et al*., 2013) در مورد تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی (عدم خاک‌ورزی، خاک‌ورزی کاهشی و خاک‌ورزی رایج) و میزان نیتروژن (۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد گندم انجام دادند بیشترین عملکرد دانه گندم در تیمار عدم خاک‌ورزی و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد.

گیاهان پوششی عمدتاً برای تولید بیوماس زیاد و پوشش خاک کشت می‌شوند و برای خرید و فروش کشت نمی‌شوند (Fageria *et al*., 2005) در واقع گیاهان پوششی برای محافظت خاک از فرسایش و از دست دادن مواد غذایی توسط آبشویی یا رواناب، کشت می‌شوند (Reeves, 1994) و هم‌چنین باعث بهبود وضعیت رطوبت و درجه حرارت خاک می‌شوند (Carvalho and Lourenco, 2014). برگرداندن بقایای گیاهی به خاک به مرور زمان سبب افزایش مواد آلی خاک و بهبود ابعاد خاکدانه‌ها می‌شود و به تبع آن سبب افزایش تخلخل و خلل و فرج خاک می‌شود (Teasdale, 1996). این موضوع منجر به کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌گردد (Duiker and Curran, 2005). کاررا و همکاران (Carrera *et al*., 2004) پژوهشی را در مورد تأثیر گیاهان پوششی روی عملکرد ذرت شیرین (*Zea mays*) انجام دادند، عملکرد ذرت شیرین در مخلوط ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa*)–چاودار (*Secale cereale*) ۳۰ درصد بیشتر از شاهد (خاک برهنه–بدون گیاه پوششی) بود. در پژوهشی که رادیستی و همکاران (Radicetti *et al*., 2013) در مورد تأثیر روش شخم و گیاه پوششی روی عملکرد فلفل (*Capsicum annuum*) انجام دادند، گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای باعث بیشترین عملکرد فلفل شد (تیمارهای گیاه پوششی شامل کانولا (*Brassica napus*)، یولاف (*Avena sativa*)، ماشک گل خوشه‌ای). میگوئز و بولرو (Miguez and Bollero, 2005) گزارش نمودند که گیاهان پوششی بقولات زمستانه عملکرد ذرت (*Zea mays*) را بدون مصرف کود نیتروژن به‌طور قابل ملاحظه افزایش دادند.

به نظر می‌رسد یکی از راهکارهای عملی برای تقویت و حاصلخیزی خاک، استفاده از گیاهان پوششی قبل از کشت گیاه اصلی همراه با به‌کارگیری روشی از خاک‌ورزی است که در تلفیق با کشت گیاهان پوششی متناسب با شرایط محیطی منطقه منجر به ایجاد عملکردی پایدار برای گیاه زراعی شود. کشاورزان منطقه خراسان جنوبی از روش شخم رایج در کشت و کار گندم استفاده می‌کنند و گیاهان پوششی هیچ جایگاهی در سیستم زراعی آن‌ها ندارد. لذا هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر گیاهان پوششی و سیستم‌های مختلف

خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در منطقه بیرجند بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق طی سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل روش خاک‌ورزی (عدم خاک‌ورزی، خاک‌ورزی کاهشی و خاک‌ورزی متداول) و نوع گیاه پوششی در پنج سطح (خلر (*Lathyrus sativus*)، منداب (*Eruca sativa*)، جوترش (*Hordeum vulgaris*)، تریتیکاله (*X Triticosecale witmack*) و شاهد بدون کشت گیاه پوششی) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. گیاهان پوششی انتخاب شده بر مبنای انطباق با شرایط اقلیمی، سبزشدن سریع و تولید سطح سبز یکنواخت در سطح مزرعه، رشد رویشی مناسب و تولید مقدار بالای کاه، قابلیت رقابت بالا با علف‌های هرز و تحمل نسبی به تنش‌های محیطی انتخاب شدند. ولیکن دلایل اختصاصی برای انتخاب هر گیاه نیز وجود داشت که از آن جمله می‌توان به قابلیت تثبیت نیتروژن در خلر، تولید گلوکوزینولات‌ها به‌عنوان ماده دگرآسیب و بازدارنده رشد علف‌های هرز در منداب و بسته شدن سریع کنوپی در جو و تریتیکاله اشاره داشت. ابتدا عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح صورت گرفت. اندازه کرت‌های فرعی ۱۵ متر مربع (۵ متر طول و ۳ متر عرض) و فاصله بین بلوک‌ها ۸ متر بود. در مرداد ماه ۱۳۹۳ کشت بذر گیاهان پوششی به‌صورت همزمان و به‌صورت ردیفی صورت گرفت. گیاهان پوششی جو ترش و تریتیکاله با دستگاه خطی‌کار غلات و گیاهان پوششی خلر و منداب با دست کشت شدند. تریتیکاله با تراکم گیاه ۴۰۰ بذر در متر مربع (وزن هزار دانه ۵۰ گرم)، جو ترش ۴۰۰ بذر در متر مربع (وزن هزار دانه ۴۵ گرم)، خلر با تراکم ۲۵۰ بذر در متر مربع (وزن هزار دانه ۹۵ گرم) و منداب ۸۰ بذر در متر مربع (وزن هزار دانه ۴ گرم) کاشته شد. بعد از کاشت گیاهان پوششی بلافاصله آبیاری به‌صورت سیفونی انجام شد. پس از سبز شدن هر هفت روز یک بار تا زمان برداشت گیاهان پوششی آبیاری صورت گرفت و در اواسط مهر ماه ۹۳ قبل از کاشت گندم، ابتدا با پاشش علف‌کش تماسی پاراکوات با استفاده از سمپاش پشتی به میزان ۳ لیتر در هکتار به رشد گیاهان پوششی خاتمه داده و سپس بقایای گیاهان پوششی در سطح مزرعه باقی گذاشته شد. عملیات آماده‌سازی زمین برای کشت گیاه اصلی صورت گرفت. در این راستا ابتدا سه سطح تیمار خاک‌ورزی اعمال شدند، به صورتی‌که در کرت‌های اصلی شامل خاک‌ورزی متداول (شخم عمیق با گاوآهن برگردان در عمق ۳۰ سانتی‌متر) و خاک‌ورزی کاهشی (شخم با گاوآهن چیزل) بقایای گیاهان پوششی با خاک مخلوط شد. در تیمار بدون خاک‌ورزی تمام بقایا روی سطح خاک نگهداری شد و هیچ‌گونه خاک‌ورزی صورت نگرفت و در تیمار خاک‌ورزی کاهشی بقایا تا عمق ۱۵ سانتی‌متری با خاک مخلوط شد و در خاک‌ورزی رایج، بقایا به‌وسیله گاوآهن برگرداندار تا عمق ۳۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط شدند. در دو تیمار خاک‌ورزی کاهشی و خاک‌ورزی رایج، پس از شخم زدن عملیات تسطیح زمین با لولر صورت گرفت. سپس در نیمه اول آبان ماه ۹۳ گندم رقم آنفارم ۴ (بم) (۳۰۰ بذر در مترمربع با وزن هزار دانه ۴۳ گرم و با فاصله بین ردیف ۱۲ سانتی‌متر) کاشت شد. این رقم گندمی است دابل هاپلوئید (DH4-209-1577F3) با شجره Vee"s,,/Nac//1-66-22 که دو رگی است بین گندم Vee``s,, /Nacمتحمل به گرما و تا حدودی خشکی با منشاء سیمیت و گندم T.Aest/5/Ti/4/La/3/Fr//Kal/Gb که از دورگ‌های بخش تحقیقات غلات است. در کرت‌هایی که تیمار عدم خاک‌ورزی اعمال شده بود برای کاشت گیاه گندم از دستگاه کشت مستقیم (مدل ICARDA No.Till., INDIA COMPANY) استفاده شد و در کرت‌هایی که تیمار خاک‌ورزی رایج و خاک‌ورزی کاهشی (کم عمق) اعمال شده بود برای کاشت گیاه گندم از دستگاه خطی‌کار غلات استفاده شد.

به‌منظور تأمین نیاز کودی گیاه پوششی، کود اوره به میزان ۵۰کیلوگرم در هکتار پیش از کشت گیاه پوششی به خاک اضافه شد. به‌منظور تأمین فسفر مورد نیاز گیاه اصلی (گندم)، کود سوپرفسفات تریپل به میزان۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (کود اوره در دو نوبت به خاک اضافه شد: ۱- قبل از کاشت گندم به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار و ۲- ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در زمان ساقه‌دهی گندم) و کود پتاسیم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه شد. در طی فصل رشد گندم، آبیاری‌ها به فاصله ۱۰ روز و به‌صورت نشتی (جوی و پشته) انجام شد.

برای اطلاع از خصوصیات خاک مزرعه، به نمونه‌گیری از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر خاک اقدام شد (جدول ۱). میزان بارش در سال زراعی مورد نظر ۱۳۷/۵ میلی‌متر بود.

قبل از خاتمه دادن به رشد گیاهان پوششی، برای تعیین میزان بقایای آنها، یک نمونه ۰/۲۵ مترمربعی (کوادرات ۰/۵ × ۰/۵ متری) به‌صورت تصادفی از هر گیاه پوششی گرفته و گیاهان موجود در هر کوادرات برداشت و در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و وزن خشک آن محاسبه شد. میزان بقایای اندازه‌گیری شده برای گیاه پوششی خلر، منداب، جو ترش و تریتیکاله به‌ترتیب برابر ۲۹/۰۶ ± ۱۷۴۶/۶۷، ۴۸/۰۷ ± ۷۰۱۶/۶۷، ۶۹/۶۰ ± ۴۰۱۳/۳۳ و ۶۴/ ± ۲۹۰۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار بود. برای اندازه‌گیری نسبت C:N خاک، قبل از کاشت گیاه پوششی و بعد از برداشت گیاه اصلی نمونه‌برداری از خاک صورت گرفت و نسبت C:N خاک نیز اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری

Table 1- Some physical and chemical properties of the soil of experiment field in depth of 0-30 cm

کربن آلی (٪) C (%)	نیتروژن کل (٪) N (%)	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی عصاره اشباع EC (dS m^{-1})	کلاس بافت خاک Soil texture	شن (٪) Sand (%)	سیلت (٪) Silt (%)	رس (٪) Clay (%)
0.385	0.044	8.2	3.83	لومی شنی Sandy loam	63	28	9

در این راستا کربن آلی بـه روش والکلـی و بلـک (Walkly and Black, 1934) و اندازه‌گیری نیتروژن به روش میکروکجلدال صورت پذیرفت (Bremner, 1996). در پایان فصل رشـد عملکـرد و اجـزای عملکرد گیاه گندم تعیین شد. در خرداد ۹۴ برای اندازه‌گیری عملکـرد دانه، عملکرد بیولوژیک و اجزای عملکرد (وزن هزار دانه، تعداد سـنبله در متر مربع، تعداد دانه در سـنبله، وزن سـنبله در متـر مربـع)، از هـر کرت، مساحت یک مترمربع برداشت شد و برای اندازه‌گیری عملکـرد دانه، دانه‌ها از بقایا کاملاً جـدا و وزن شـدند. تعـداد دانـه در سـنبله از شمارش تعداد دانه‌های ۲۰ سنبله که به‌صورت تصـادفی از هـر کـرت انتخاب شده بود، شمارش شد. تجزیه آماری اطلاعات به‌دست آمده با اسـتفاده از نـرم‌افـزار مـاکرو DSAASTAT (ver 1.019) و رسـم شکل‌ها توسط نرم‌افزار EXCEL صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با روش FLSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد گندم و C/N خاک تحت تأثیر روش شخم و نوع گیاه پوششی

Table 2- Analysis of variance (Mean squares) of yield and yield components of wheat and soil C/N as affected by different tillage methods and cover crop types

منابع تغییرات	df	تعداد سنبله در متر مربع Spike.m^{-2}	وزن سنبله در مترمربع Spike Weight per m^2	عملکرد دانه Grain yield	تعداد دانه در سنبله Grain. $Spike^{-1}$	وزن هزار دانه Thousand-kernel weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	نسبت کربن به نیتروژن خاک Soil C/N
تکرار Replication	2	395.8	4224.3	416702.2	27.36	27.55	4701902.2	6.50
روش خاک‌ورزی Tillage type	2	20324.6*	81190.4*	1612702.2*	44.82^{ns}	0.43^{ns}	23674168.9*	11.10^{ns}
خطای عامل اصلی Main plot error	4	1903.3	11513.1	109902.2	57.86	7.30	2115128.9	5.04
گیاه پوششی Cover crop	4	16825.2*	44155.9**	3830586.7**	54.98*	38.90**	17348675.6*	103.77**
روش خاک‌ورزی × گیاه پوششی Tillage type× cover crop	8	2465.5^{ns}	7924.2^{ns}	366746.7^{ns}	27.46^{ns}	6.21^{ns}	2658302.2^{ns}	2.65^{ns}
خطای عامل فرعی Sub plot error	24	5320.4	4239.0	248480	19.8	3.41	5618320	1.71
ضریب تغییرات CV%		8.6	13.6	5.7	19.8	6.4	10.4	25.5

ns، *و**: به‌ترتیب نشان‌دهنده تفاوت غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد هستند

ns, * and ** represent non-significant and significant differences at 1 and 5% probability levels, respectively

نتایج و بحث

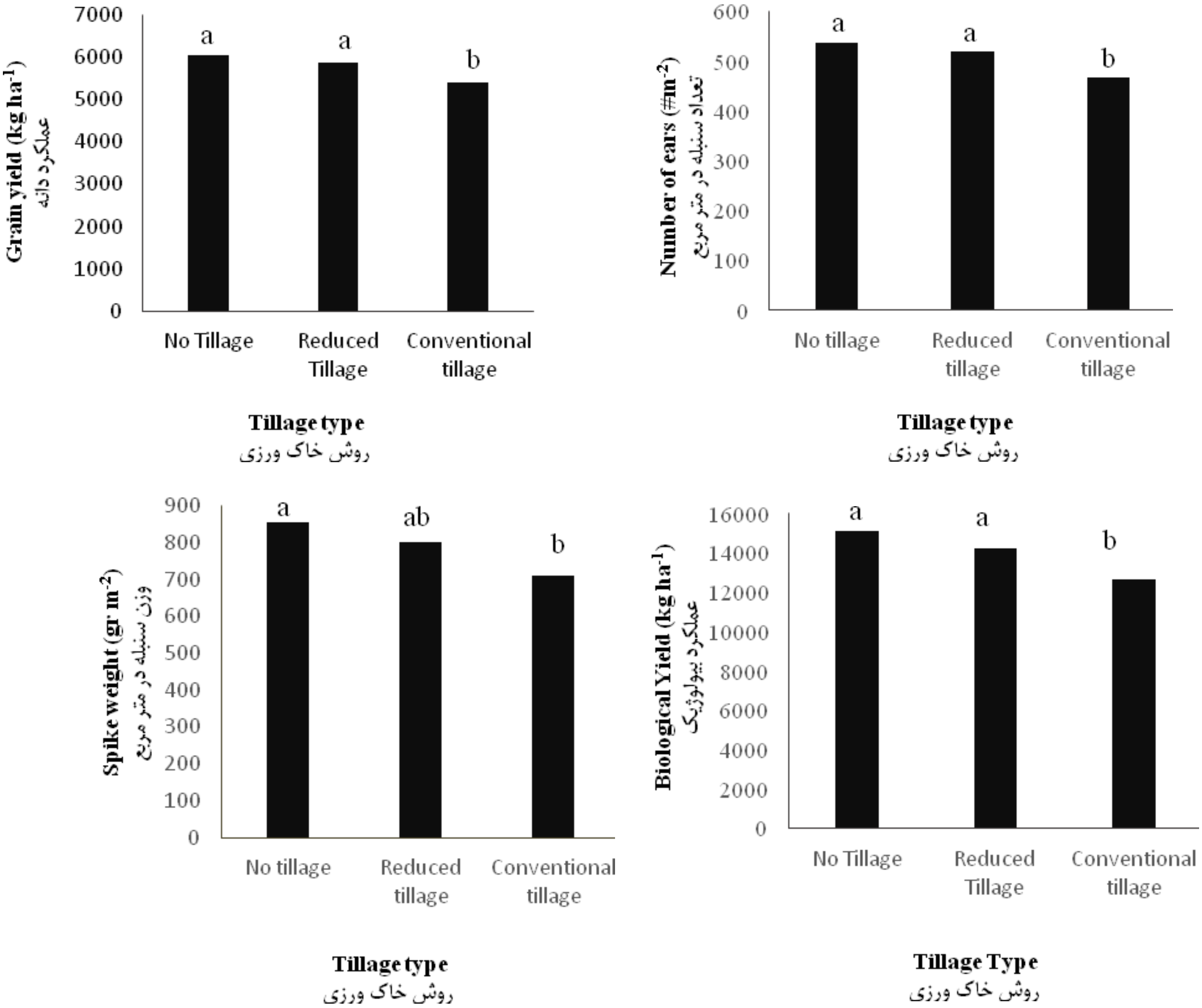
در این تحقیق اثرمتقابل نوع گیاه پوششی و سیستم شخم بر هیچ‌یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود. به‌نظر می‌رسد معنی‌دار نشدن اثر متقابل می‌تواند به دلیل عدم همزمانی کشت گیاهان پوششی و زمان اعمال تیمارهای شخم باشد. ضمن اینکه عوامل دیگری همچون سال نخست وارد کردن گیاهان پوششی در سیستم کشت و آن‌هم صرفاً در یک دوره چهار ماهه می‌تواند از دلایل دیگر این امر باشد.

تأثیر روش خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تیمار روش خاک‌ورزی بر تعداد سنبله در متر مربع معنی‌دار بود ($P<0.05$) (جدول ۲). بررسی تأثیر روش خاک‌ورزی بر تعداد سنبله در مترمربع نشان داد که تعداد سنبله در متر مربع در تیمار عدم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی در مقایسه با تیمار خاک‌ورزی متداول به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۱). همت و اسکندری (Hemmat and Eskandari, 2006) تعداد سنبله در مترمربع بیشتر در سیستم شخم کاهشی و عدم شخم نسبت به شخم رایج را به دلیل استقرار بهتر گیاهچه‌ها، افزایش تولید پنجه و بقای پنجه‌ها دانستند. بنابراین گندم کشت شده در شرایط عدم شخم همراه با حفظ بقایا، به دلیل دستیابی به سطح رطوبتی بیشتر، تعداد پنجه بیشتری را تولید می‌کند و در نتیجه تعداد سنبله در مترمربع افزایش می‌یابد. در تحقیقی که امینی و همکاران (Amini *et al.*, 2014) در مورد روش‌های مختلف خاک‌ورزی (سه روش خاک‌ورزی: ۱- کم خاک‌ورزی، ۲- بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم) و ۳- خاک‌ورزی مرسوم (متداول)) و مدیریت بقایای گیاهی (۱- کاربرد ۳۰٪ بقایا در سطح خاک، ۲- کاربرد ۶۰٪ بقایا در سطح خاک، ۳- کاربرد ۹۰٪ بقایا و ۴- جمع‌آوری و سوزاندن کامل بقایا) بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم انجام دادند بیشترین تعداد سنبله در مترمربع مربوط به سیستم کم خاک‌ورزی و ۳۰ درصد بقایا بود و بعد از آن بیشترین تعداد سنبله در مترمربع مربوط به سیستم بدون خاک‌ورزی و حفظ بقایا به میزان ۳۰ درصد بود.

تأثیر روش خاک‌ورزی بر وزن سنبله در متر مربع معنی‌دار بود ($P<0.05$) (جدول ۲). بررسی تأثیر روش خاک‌ورزی بر وزن سنبله در مترمربع نشان داد که وزن سنبله در مترمربع در تیمار عدم خاک‌ورزی در مقایسه با تیمار خاک‌ورزی متداول به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و وزن سنبله در مترمربع در تیمار خاک‌ورزی کاهشی اختلاف معنی‌داری با تیمار خاک‌ورزی متداول و عدم خاک‌ورزی نداشت (شکل ۱).

تأثیر روش خاک‌ورزی بر عملکرد بیولوژیک گندم و عملکرد دانه گندم معنی‌دار بود ($P<0.05$) (جدول ۲). بررسی تأثیر روش خاک‌ورزی بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گندم نشان داد که عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم در تیمار عدم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی در مقایسه با تیمار خاک‌ورزی متداول به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۱). در این آزمایش یکی از دلایل افزایش عملکرد دانه گندم در تیمار خاک‌ورزی کاهشی و عدم خاک‌ورزی را می‌توان افزایش تعداد سنبله گندم در مترمربع در تیمار خاک‌ورزی کاهشی و عدم خاک‌ورزی دانست. در تحقیق امینی و همکاران (Amini *et al.*, 2014) بیشترین عملکرد دانه گندم مربوط به تیمار کم خاک‌ورزی و کاربرد ۳۰ درصد بقایای گندم بود که با تیمار بی‌خاک‌ورزی و ۳۰ درصد بقایا در یک گروه آماری قرار گرفتند. در مطالعه‌ای که ژانگ و همکاران (Zhang *et al.*, 2015) انجام دادند عملکرد ذرت در سیستم شخم کاهشی و عدم شخم در مقایسه با شخم رایج در تناوب کشت سویا-ذرت افزایش یافت و سه فرضیه را برای تأثیر شخم روی عملکرد ذرت بیان کردند ۱) تأثیر روی شرایط تغذیه‌ای خاک، ۲) نگهداری آب خاک و ۳) تأثیر روی درجه حرارت خاک. در پژوهشی دیگر متوسط عملکرد دانه گندم در روش خاک‌ورزی با گاو آهن قلمی (خاک‌ورزی حفاظتی) و بدون خاک‌ورزی، ۲۵-۴۲ درصد بیشتر از روش خاک‌ورزی مرسوم بود (Hemmat and Eskandari, 2006). همت و اسکندری (Hemmat and Eskandari, 2004) عملکرد کمتر در روش خاک‌ورزی رایج را تا حدی به اتلاف آب بیشتر و یا توسعه کمتر ریشه ارتباط دادند. در مطالعه‌ای که شائو و همکاران (Shao *et al.*, 2016) انجام دادند عملکرد گندم در سیستم عدم شخم و شخم کاهشی در مقایسه با شخم رایج ۷/۹ تا ۱۲ درصد افزایش یافت و این افزایش عملکرد را به افزایش آب قابل دسترس در بهار در سیستم عدم شخم نسبت دادند. به‌نظر می‌رسد عملکرد بیشتر تحت شرایط عدم شخم و شخم حفاظتی در نتیجه افزایش ماده غذایی (Kascuk *et al.*, 2010)، کاهش جمعیت علف‌های هرز (Chauhan *et al.*, 2007)، بهبود سلامت فیزیکی خاک (Jat *et al.*, 2013)، بهتر شدن وضعیت آب خاک (Govaerts *et al.*, 2009) و بهبود کارایی استفاده از مواد غذایی در مقایسه با شخم رایج می‌باشد (Unger and Jones, 1998). روش خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله گندم و وزن هزار دانه آن نداشت (جدول ۲). هم‌چنین در تحقیقی دیگر روش خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری روی تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه گندم نداشت (Hemmat and Eskandari, 2004).



شکل ۱- اثر روش خاک‌ورزی بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد و وزن سنبله گندم در متر مربع؛ میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار بر مبنای آزمون LSD در سطح ۵٪ می‌باشند

Figure 1- Effect of tillage type on grain yield, biological yield, and number and weight of spike in wheat; means with the same letter are not significantly different based on an LSD at P = 0.05.

تأثیر نوع گیاه پوششی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

تأثیر نوع گیاه پوششی بر تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی گیاه پوششی بر تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله نشان داد که تعداد سنبله در مترمربع در تیمار گیاه پوششی خلر نسبت به تیمار شاهد (عدم کشت گیاه پوششی) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و تعداد دانه در سنبله در تیمار گیاه پوششی خلر، منداب و جو ترش نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (جدول ۳).

تأثیر نوع گیاه پوششی بر وزن سنبله در مترمربع و وزن هزار دانه گندم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی گیاه پوششی بر وزن سنبله گندم و وزن هزار دانه گندم نشان داد که وزن سنبله و وزن هزار دانه گندم در تیمار گیاه پوششی منداب و خلر نسبت به شاهد (عدم کشت گیاه پوششی) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و وزن سنبله و وزن هزار دانه گندم در تیمار گیاه پوششی جوترش و تریتیکاله، اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد (عدم کشت گیاه پوششی) نداشت. بیشترین وزن سنبله و وزن هزار دانه گندم در تیمار گیاه پوششی منداب مشاهده شد (جدول ۳). که یکی از دلایل بیشتر بودن وزن سنبله و وزن هزار دانه گندم در این تیمار احتمالاً می‌تواند به دلیل تولید بیشترین میزان بقایا توسط گیاه پوششی منداب (۴۸/۰۷ ± ۷۰۱۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار) نسبت به سایر گیاهان پوششی باشد.

تأثیر نوع گیاه پوششی بر عملکرد بیولوژیک (P<0.05) و عملکرد دانه گندم (P<0.01) معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر گیاه پوششی بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گندم نشان داد که عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم در تیمار گیاه پوششی خلر و منداب نسبت به شاهد (عدم کشت گیاه پوششی) افزایش یافت. احتمالاً افزایش عملکرد دانه گندم در تیمار گیاه پوششی خلر و منداب نسبت به تیمار شاهد (عدم کشت گیاه پوششی) به دلیل افزایش وزن سنبله و وزن هزار دانه گندم در این تیمارها می‌باشد.

تأثیر نوع گیاه پوششی بر نسبت C/N خاک (P<0.01) معنی‌دار بود. تأثیر نوع گیاه پوششی بر نسبت C/N خاک نشان داد که در تیمار گیاه پوششی خلر و منداب، نسبت C/N خاک، نسبت به شاهد (عدم کشت گیاه پوششی) به‌طور معنی‌داری کمتر بود، در حالی‌که در گیاه پوششی تریتیکاله و جو ترش این نسبت نسبت به شاهد بالاتر بود. منابع دیگر نیز افزایش نسبت C/N خاک را در شرایط کشت غلات تأیید کرده‌اند (Liebman *et al*., 2004). تجزیه مواد آلی در خاک به‌وسیله نسبت C/N تعیین می‌گردد. هرچه نسبت C/N کمتر باشد، کربن آلی کم و محتوای نیتروژن بالا بوده و مقدار بالایی از نیتروژن در اثر معدنی شدن کود سبز آزاد خواهد شد (Abdi *et al*., 2013).

اگرچه استفاده از گیاهان پوششی در کل منجر به بهبود صفات و اجزای عملکرد گندم شد برتری گیاه خلر در بسیاری از صفات مورد بررسی در مقایسه با سایر گیاهان پوششی مشهود بود. این برتری تاحد زیادی می‌تواند به تعلق این گیاه به خانواده بقولات مربوط باشد. بقولات در زمان تجزیه شدن نیتروژن آزاد می‌کنند و در مقایسه با گراس‌ها در تثبیت نیتروژن ارجح‌ترند. زیرا گراس‌ها مقدار زیادی کربن تولید می‌کنند و به کندی تجزیه می‌شوند (Mirsky *et al*., 2012). استفاده از گیاهان پوششی لگوم مزیت‌های ویژه‌ای دارد. استفاده از لگوم‌ها منجر به افزایش بیوماس میکروبی خاک (Jokela *et al*., 2009) و افزایش سرعت معدنی شدن نیتروژن خاک می‌شود (Dinesh *et al*., 2001). علاوه بر این، لگوم‌ها دارای توانایی برای جذب مواد غذایی کم قابل دسترس در خاک هستند و می‌توانند در افزایش غلظت ماده غذایی در لایه سطحی خاک کمک کنند (Fageria *et al*., 2005). گزارش شده است که گیاهان پوششی غیر لگوم که نسبت C/N بالا و درصد نیتروژن کمی دارند، باعث تأثیرات مفید جزئی یا عدم تأثیر بر رشد گیاه بعدی شده‌اند و حتی در برخی پژوهش‌ها باعث اثر منفی بر رشد و عملکرد محصول بعد از خود شده‌اند (Kuo and Jellum, 2002). منداب نیز اگرچه جزو خانواده بقولات نیست به سبب داشتن ریشه عمیق، احتمالاً این توانایی را دارد که عناصر غذایی را از اعماق خاک جذب کند و پس از پوسیدگی آنها را به‌تدریج در اختیار گیاه اصلی قرار دهد (Poorhasankhani Dowlatabad *et al*., 2015).

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گندم و C/N خاک تحت تأثیر نوع گیاه پوششی

Table 3- Means comparison for the yield and yield components of wheat and soil C/N as affected by different cover crop types

گیاه پوششی Cover crop	تعداد سنبله در مترمربع Spike.m^{-2}	عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	تعداد دانه در سنبله Grain. Spike^{-1}	وزن هزار دانه Thousand-kernel weight (g)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha^{-1})	وزن سنبله Spike weight (g m^{-2})	نسبت کربن به نیتروژن خاک C/N
خلر Chickling pea	560.4	6511.1	40	43.02	15293.3	821.8	4.282
منداب Rocket sativa	531.6	6422.2	40.56	45.30	15422.2	894.2	6.19
جو ترش Barley	446.7	5524.4	39.33	40.52	14120	747.6	11.84
تریتیکاله Triticale	488.4	5328.9	37.56	41.42	12533.3	760.4	11.67
شاهد Control	513.3	5082.2	34.44	40.30	12640	718.7	9.99
LSD (α=5%)	70.966	484.984	4.329	1.795	2306.138	63.345	1.271

در پژوهشی که پورحسن‌خانی دولت آباد و همکاران (Poorhasankhani Dowlatabad *et al*., 2015) انجام دادند استفاده از گیاهان پوششی منداب و همچنین مخلوط منداب و خلر در شرایط کم بودن نیتروژن مصرفی، اثر قابل توجهی بر عملکرد بیولوژیک ذرت داشتند. ساینجو و همکاران (Sainju *et al*., 2001) گزارش کردند که در اثر استفاده از کود سبز، افزایش در عملکرد بیولوژیک ممکن است به دلیل افزایش غلظت نیتروژن و کربن آلی خاک باشد که احتمالاً پیامد آن افزایش رشد ریشه گیاه است. علاوه

بر افزایش محتوی کربن و نیتروژن آلی خاک، گیاهان پوششی ممکن است سبب بهبود تهویه خاک و ساختمان خاک شود (Poorhasankhani Dowlatabad *et al*., 2015). احتمالاً گیاهان پوششی از طریق آزاد کردن مواد غذایی و بهبود ساختار و مواد آلی خاک باعث بهبود خصوصیات گیاه زراعی می‌شوند (Jahan *et al*., 2013). بقایای گیاهان پوششی در خاک از طریق حفظ رطوبت و همچنین تعدیل درجه حرارت شرایط مساعدی را برای رشد گیاه اصلی فراهم می‌کنند و در نتیجه باعث افزایش عملکرد دانه می‌شوند (Jahan *et al*., 2013).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که امکان دستیابی به عملکردهای بالاتر گندم با کشت گیاهان پوششی و استفاده از سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی وجود دارد. به‌طوری‌که در این تحقیق عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم در تیمار عدم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهشی در مقایسه با تیمار خاک‌ورزی متداول به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. هم‌چنین اثر گیاه پوششی بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گندم نشان داد که عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم در تیمار گیاه پوششی خلر و منداب نسبت به شاهد (عدم کشت گیاه پوششی) افزایش یافت. به‌طور کلی بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان گفت که سیسستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی تأثیر مثبتی روی عملکرد و اجزای عملکرد گندم داشته و هم‌چنین گیاهان پوششی خلر و منداب بیشترین تأثیر مثبت را روی عملکرد و اجزای عملکرد گندم داشتند. یافته‌های این پژوهش، موفقیت کشت گیاهان پوششی خلر و منداب و سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی را در بهبود عملکرد گندم نشان دادند. لذا به‌نظر می‌رسد با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و مخاطرات زیست‌محیطی آن‌ها، می‌توان به استفاده از گیاهان پوششی و سیستم‌های شخم حفاظتی به‌عنوان راهکاری پایدار جهت توسعه کشاورزی پایدار و حفظ سلامت بوم نظام‌ها در مناطق خشکی چون بیرجند امیدوار بود، چراکه عدم توجه به کشاورزی حفاظتی، اجرای مداوم شخم عمیق و تأمین نیاز غذایی گیاهان صرفاً از طریق مصرف مداوم کودهای شیمیایی منجر به کاهش شدید محتوای مواد آلی خاک شده و سلامت خاک‌های منطقه را به خطر انداخته است. ادامه این روش‌ها در آینده نه چندان دور منجر به از دست رفتن منابع و کاهش عملکرد شده و پایداری بوم نظام‌های زراعی منطقه را به خطر خواهد انداخت. لذا اجرای این تحقیقات در سال‌های بعد و توصیه کشاورزان به اجرای اصول کشاورزی حفاظتی در منطقه بیرجند توصیه می‌شود.

References

1. Abdi, S., Tajbakhsh, M., Abdollahi Mandulakani, B., and Rasouli Sadaghiani, M. H. 2013. Effect of green manure on the soil organic matter and nitrogen. Journals of Agronomy Science 7: 41-52. (in Persian with English abstract).
2. Allen, D. E., Singh, B. P., and Dalal, R. C. 2011. Soil health indicators under climate change: a review of current knowledge PP 25–45 in Singh, B. P., Cowie, A. L., Chan, K. Y. (Eds.), Soil Health and Climate Change. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
3. Amini, A., Rajaie, M., and Farsinezhad, K. 2014. Effects of different plant residue under different tillage practices on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Plant Ecophysiology 16: 27-37. (in Persian with English abstract).
4. Araya, T., Cornelis, W. M., Nyssen, J., Govaerts, B., Getnet, F., Bauer, H., Amare, K., Raes, D., Haile, M., and Deckers, J. 2012. Medium-term effects of conservation agriculture based cropping systems for sustainable soil and water management and crop productivity in the Ethiopian highlands. Field Crops Research 132: 53-62.
5. Bhushan, L., Ladha, J. K., Gupta, R. K., Singh, S., Tirol-Padre, A., Saharawat, Y. S., Gathala, M., and Pathak, H. 2007. Saving of water and labor in a rice–wheat system with no-tillage and direct seeding technologies. Agronomy Journal 99: 1288-1296.
6. Bremner, J. M. 1996. Nitrogen– Total. In: D.L. Sparks Et Al (Eds.), Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. Sssa. Asa. Madison. W.U. Canadian Journal of Microbiology 21: 314-322.
7. Carrera, L. M., Abdul-Baki, A. A., and Teasdel, J. R. 2004. Cover crop management and weed suppression in No-tillage Sweet corn production. HortScience 39 (6): 1262-1266.
8. Carvalho, M., and Lourenco, E., 2014. Conservation Agriculture – A Portuguese Case Study. Journal of Agronomy and Crop Science 200: 317-324.
9. Chauhan, B. S., Gill, G. S., and Preston, C. 2007. Effect of seeding systems and di nitro aniline herbicides on emergence and control of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in wheat. Weed Technology 21: 53-58.
10. De Vita, P., Di Paolo, E., Fecondo, G., Di Fonzo, N., and Pisante, M. 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil & Tillage Research 92: 69-78.
11. Dinesh, R., Suryanayarana, M. A., Nair, A. K., and Ghoshal Chaudhhuri, S. 2001. Leguminous cover crop effects on nitrogen mineralization rates and kinetics in soils. Journal of Agronomy and Crop Science 187: 161-166.
12. Duiker, S. W., and Curran. W. S. 2005. Rye cover crop management for corn production in the northern mid-

atlantic region. Agronomy Journal 97: 1413-1418.
13. Fageria, N. K., Baligar, V. C., and Bailey, B. A., 2005. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. Journal of Communications Soil Science Plant Analysis 36: 2733-2757.
14. FAO (Food and Agriculture Organization). 2013. Introduction to conservation agriculture (its principles & benefits). Available from: http://teca.fao.org/technology/introduction-conservation-agriculture-its-principles-benefits
15. Gadermaier, F., Berner, A., Fliebach, A., Friedel, J. K., and Mader, P. 2011. Impact of reduced tillage on soil organic carbon and nutrient budgets under organic farming. Renew Agriculture and Food Systems: pp 1-13.
16. Govaerts, B., Sayre, K. D., Goudeseune, B., De Corte, P., Lichter, K., Dendooven, L., and Deckers, J. 2009. Conservation agriculture as a sustainable option for the central Mexican highlands. Soil & Tillage Research 103: 222-230.
17. Hemmat, A., and Eskandari, I. 2004. Tillage system effects upon productivity winter wheat chickpea rotation in the northwest region of Iran. Soil & tillage Research 78 (11): 69-81.
18. Hemmat, A., and Eskandari, I. 2006. Dryland winter wheat response to conservation tillage in a continuous cropping system in northwestern Iran. Soil & tillage Research 86: 99-109.
19. Hobbs, P. R., Sayre, K., and Gupta, R. 2008. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 363: 543-555.
20. Jahan, M., Aryaee, M., Amiri, M. B., and Ehyaee, H. R. 2013. The effect of plant growth promoting rhizobactria (PGPR) on quantitative and qualitative charactristics of *Sesamum indicum* L. with application of cover crops of *Lathyrus* sp. and Persian clover (*Trifolium resopinatum* L.). Journal of Agroecology 5 (1): 1-15 (in Persian).
21. Jat, R. A., Wani, S. P., and Sahrawat, K. L. 2012. Conservation Agriculture in the Semi-Arid Tropics: Prospects and Problems. Advances in Agronomy 117: 191-237.
22. Jat, M. L., Gathala, M. K., Saharawat, Y. S., Tetarwal, J. P., Gupta, R., and Singh, Y. 2013. Double no-till and permanent raised beds in maize–wheat rotation of north-western Indo-Gangetic plains of India: effects on crop yields, water productivity, profitability and soil physical properties. Field Crops Research 149: 291-299.
23. Jokela, W. E., Grabber, J. H., Karlen, D. L., Balser, T. C., and Palmquist, D. E. 2009. Cover crop and liquid manure effects on soil quality indicators in a corn silage system. Agronomy Journal 101: 727-737.
24. Karlen, D. L., Cambardella, C. A., Kovar, J. L., and Colvin, T. S. 2013. Soil quality response to long-term tillage and crop rotation practices. Soil & Tillage Research 133: 54-64.
25. Kaschuk, G., Alberton, O., and Hungria, M. 2010. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. Soil Biology and Biochemistry Journal 42: 1-13.
26. Kuo, S., and Jellum, E. J. 2002. Influence of winter cover crop and residue management on soil nitrogen availability and corn. Agronomy Journal 94: 501-508.
27. Liebman, M., Mohler, C. L., and Staver, C. P. 2004. Ecological Management of Agricultural Weeds. Cambridge University Press, UK.
28. Miguez, F. E., and Bollero. G. A. 2005. Review of corn Yield response under winter cover cropping systems using meta-analytic methods. Crop Science 45: 2318-2329.
29. Mirsky, S. B., Ryan, M. R., Curran, W. S., Teasdale, J. R., Maul, J., Spargo J. T., Moyer, J., Grantham, A. M., Weber, D., Way, T. R., and Camargo, G. G. 2012. Conservation tillage issues: Cover crop-based organic rotational no-till grain production in the mid-Atlantic region, USA. Renewable Agriculture and Food Systems 27: 31-40.
30. Osunbitan, J. A., Oyedele, D. J., and Adekalu, K. O. 2005. Tillage effects on bulk density, hydraulic conductivity and strength of a loamy sand soil in south-western Nigeria. Soil & Tillage Research 82: 57-64.
31. Parihar, C. M., Jat, S. L., Singh, A. K., Singh, Y., Pradhan, S., Pooniya, V., Dhauja, A., Chaudhary, V., Jat, M. L., Jat, R. K., and Yadav, O. P. 2016. Conservation agriculture in irrigated intensive maize-based systems of north-western India: Effects on crop yields, water productivity and economic profitability. Field Crops Research 193: 104-116.
32. Piggin, C., Haddad, A., and Khalil, Y. 2011. Development and promotion of zero tillage in Iraq and Syria. 5thWorld Congress of Conservation Agriculture incorporating 3rd Farming Systems Design Conference, September 2011 Brisbane, Australia www.wcca2011.org
33. Poorhasankhani Dowlatabad, M., Madah Hosseini, Sh., Dashti, H., and Rahimi, A. 2015. Effect of Green Manure on Soil Organic Matter and Some Growth Indices of Maize (*Zea mays* L.) in Rafsanjan Region. Journal of Plant Products Technology 15 (2): 69-80 (in Persian with English abstract).
34. Radicetti, E., Mancinelli, R., and Campiglia, E. 2013. Influence of winter cover crop residue management on weeds and yield in pepper (*Capsicum annuum* L.) in a Mediterranean environment. Journal of Crop Protection 52: 64-71.
35. Reeves, D. W. 1994. Cover crops and rotations. In Crops Residue Management. Advances in Soil Science. Hatfield, J. L., and Stewart, B. A. (Eds.). Lewis Publishers, Boca Raton, FL, pp. 125-172.
36. Sainju, U. M., and Singh, P. 2001. Tillage, cover crop, and kill- plantation date effects on corn yield and soil nitrogen. Agronomy Journal 93: 878-886.

37. Samarajeewa K. B. D. P., Horiuchi, T., and Oba, Sh. 2006. Finger millet (*Eleucine corocana* L. Garetn) as a cover crop on weed control, growth and yield of soybean under different tillage systems. Soil & Tillage Research 90: 93-99.
38. Shaxson, T. F. 2006. Re-thinking the conservation of carbon, water and soil: a different perspective. Agronomy for Sustainable Development 26: 9-19.
39. Shao, Y., Xie, Y., Wang, Ch., Yue, J., Yao, Y., Li, X., Liu, W., Zhu, Y., and Guo, T. 2016. Effects of different soil conservation tillage approaches on soil nutrients, water use and wheat-maize yield in rainfed dry-land regions of North China. European Journal of Agronomy 81: 37-45.
40. Singh, V. K., Singh, Y., Dwivedi, B. S., Singh, K. S., Majumdar, K., Jat, M. L., Mishra, R. P., and Rani, M. 2016. Soil physical properties: yield trends and economics after five years of conservation agriculture based rice-maize system in north-western India. Soil & Tillage Research 155: 133-148.
41. Teasdale, J. R. 1996. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. Journal of Production Agriculture 9: 475-479.
42. Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., and Polasky, S. 2002. Agricultural Sustainability and intensive production practices. Nature 418: 671-677. Available from: http:// dx.doi.org/10.1038/nature01014.
43. Tripathi, R. S., Raju, R., and Thimmappa, K. 2013. Impact of Zero Tillage on Economics of Wheat Production in Haryana. Agricultural Economics Research Review 26 (1): 101-108.
44. Unger, P. W., and Jones, O. R. 1998. Long-term tillage and cropping systems affect bulk density and penetration resistance of soil cropped to dryland wheat and grain sorghum. Soil & Tillage Research 45: 39-57.
45. Usman, K., Khan, E. A., Khan, N., Khan, M. A., Ghulam, S., Khan, S., and Baloch, J. 2013. Effect of Tillage and Nitrogen on Wheat Production, Economics, and Soil Fertility in Rice-Wheat Cropping System. American Journal of Plant Sciences 4: 17-25.
46. Walkly, A., and Black, I. A. 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38.
47. Zhang, S., Chen, X., Jia, Sh., Liang, A., Zhang, X., Yang, X., Wei, Sh, Sun, B., Huang, D., and Zhou, G. 2015. The potential mechanism of long-term conservation tillage effects on maize yield in the black soil of Northeast China. Soil & Tillage Research 154: 84-90.
48. Zhao, M. Q., Hao, J. G., She, D. Q., Zhao, S. J., Fan, X. Q., and Liu, H. T. 2007. Conservation tillage in the interlock region of the farming area and pastoral area. Journal of Agriculture Mechanization Research 2: 122-125.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 16, No. 1, Spring. 2018, p. 217-228

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۲۲۸-۲۱۷

Effect of Different Tillage Methods and Cover Crop Types on Yield and Yield Components of Wheat

Z. Sharefee[1]- S. V. Eslami[2*]- M. Jami Al-Ahmadi[2]- S. Mahmoodi[2]

Received: 01-02-2017
Accepted: 11-06-2017

Introduction

Conservation agriculture is an appropriate strategy for maintaining and improving agricultural resources which increases crop production and stability and also provides environmental protection. This attitude contributes to the conservation of natural resources (soil, water, and air) and is one of the most effective ways to overcome the drought crisis, water management and compensation of soil organic matter in arid and semi-arid regions. The practice of zero-tillage decreases the mineralization of organic matter and contributes to the sequestration of organic carbon in the soil. Higher amounts of organic matter in the soil improve soil structure and root growth, water infiltration and retention, and cation exchange capacity. In addition, zero-tillage reduces soil compaction and crop production costs. Cover crops are cultivated to protect the soil from erosion and elements loss by leaching or runoff and also improve the soil moisture and temperature.

Given that South Khorasan farmers still use traditional methods of cultivation of wheat, and cover crops have no place in their farming systems, the aim of this study was to investigate the effect of cover crops types and tillage systems on yield and yield components of wheat in Birjand region.

Materials and Methods

A split plot field experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications at the Research Farm of the University of Birjand over the growing season of 2014-2015. The main factor was the type of tillage (no-till, reduced tillage and conventional tillage) and cover crop type (chickling pea (*Lathyrus sativus*), rocket salad (*Eruca sativa*), triticale (*X Triticosecale witmack*), barley (*Hordeum vulgaris*) and control (no cover crop)) was considered as sub plots. Cover crops were planted on July 2014. Before planting wheat, cover crops were dried through spraying paraquat herbicide using a backpack sprayer at a rate of 3 L ha^{-1}. Then the three tillage treatments were applied, seedbed preparation was carried out and wheat Anfarm–4 (Bam) was planted. At the end of the growing season, yield and yield components of wheat were measured.

Results and Discussion

The results indicated that the maximum grain yield, biological yield, and spike.m^{-2} of wheat were observed with the no-till and reduced tillage treatments. The wheat spike weight significantly increased in the treatment of no-tillage compared with conventional tillage treatment. It seems that increased crop yield under no-till and reduced till systems might be owing to the enhancement of the soil nutrient status, reduced weed populations, improved physical health of the soil improved soil water status and increased efficiency of nutrient usage in these systems comparing with the conventional tillage systems.

The main effect of cover crop type showed that incorporating chickling pea and rocket salad resulted in the greatest grain yield, thousand-kernal weight, spike weight, and biological yield of wheat compared to the control (no cover crop) and also chickling pea, rocket salad and barley caused the greatest grain. Spike-1 of wheat compared to the control (no cover crop). Although the use of total cover crops improved yield and yield components in wheat. Chickling pea superiority in many traits was evident in comparison with other cover crops. This superiority could be due to the fact that this plant belongs to the legume family and legumes release higher amounts of nitrogen during decomposition compared to grass species. Grasses produce large amounts of carbon and are slowly decomposed. Although rocket salad does not belong to the legume family, due to having deep roots, it is able to absorb nutrients from the deep soil layers and provide the main plant with these nutrients after its decay.

1- PhD Student of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Birjand
2- Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Birjand
(*- Corresponding Author Email: sveslami@birjand.ac.ir)

Conclusions

The results of this study revealed that employment of conservation tillage systems remarkably affected the yield and yield components of wheat, and the greatest positive influence on crop yield and yield components were observed where chickling pea and rocket salad were sown before wheat cultivation. Thus, cover crops and conservation tillage systems can be used as a promising solution for the development of sustainable agriculture and protecting the health of ecosystems.

Keywords: Conservation agriculture, Minimum tillage, No tillage, Sustainable agriculture